



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001141804 A**(43) Date of publication of application: **25.05.01**

(51) Int. Cl.

G01S 7/40
G01S 13/93
(21) Application number: **11319737**(71) Applicant: **DENSO CORP**(22) Date of filing: **10.11.99**(72) Inventor: **TAMATSU YUKIMASA**

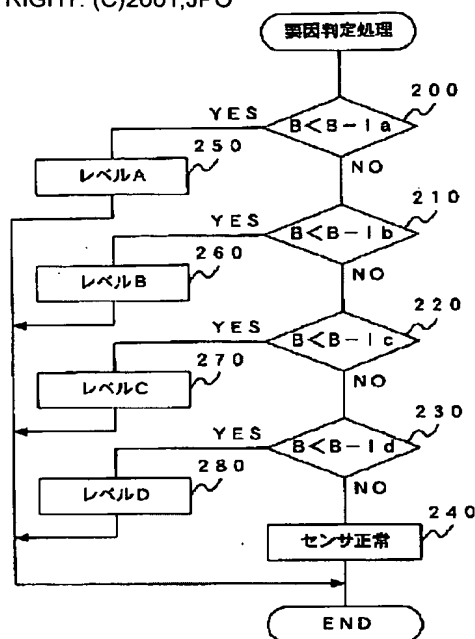
(54) **METHOD AND DEVICE FOR DETECTING RADAR SYSTEM CHARACTERISTICS, AND RECORDING MEDIUM**

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device for detecting radar system characteristics and a recording medium, with which the state of characteristics such as the deterioration of a sensor in a radar system can be detected, without incorporating a reference reflection object.

SOLUTION: Plural pairs of distances to a preceding car and reception level are stored with correspondence, the state of distributing plural pieces of these data is approximated by a linear expression, and the change in the characteristics of the sensor including the fault of the sensor is detected from a change in the Y-intercept of this linear expression. Additionally, by comparing the value of the Y intercept with a decision level in steps 200-230, the present state is divided into levels A-D and further used for a wiper signal or temperature signal of the sensor and the factor of the change in the characteristics of the sensor is decided, on the basis of a factor decision map or the like in steps 250-280.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-141804
(P2001-141804A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 S 7/40
13/93

識別記号

F I

G 0 1 S 7/40
13/93

テーマコード(参考)

A 5 J 0 7 0
Z

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-319737

(22) 出願日 平成11年11月10日 (1999. 11. 10)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 玉津 幸政

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100082500

弁理士 足立 勉

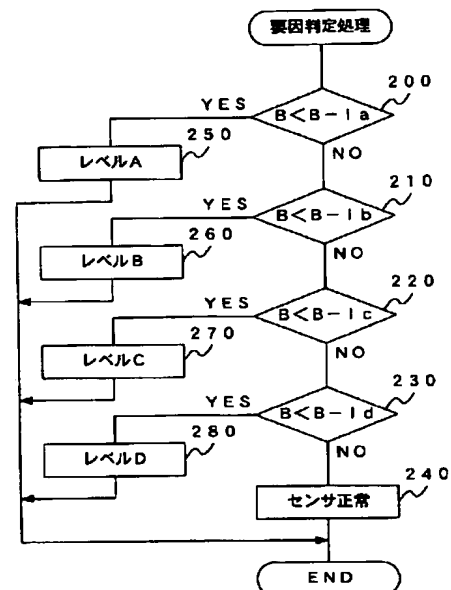
Fターム(参考) 5J070 AB19 AB24 AD02 AF03 AH31
AH39 AK22

(54) 【発明の名称】 レーダ装置特性検出方法及びレーダ装置特性検出装置並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 基準反射物を内蔵することなく、レーダ装置のセンサの劣化等の特性の状態を検出することができるレーダ装置特性検出方法及びレーダ装置特性検出装置並びに記録媒体を提供すること。

【解決手段】 先行車までの距離と受信レベルとを、対応づけて複数記憶しこの複数のデータの分布状態を1次式で近似し、この1次式のY切片の変化から、センサの故障を含むセンサの特性の変化を検出する。また、ステップ200～ステップ230にて、Y切片の値を判定レベルと比較することにより、ステップ250～280にて、現在の状態をレベルA～Dに区分し、更に、ワイパー信号やセンサの温度信号などに用い、要因判定マップ等に基づいて、センサの特性が変化した要因を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーダ装置により得られた対象物のデータに基づいて、前記レーダ装置の特性を検出するレーダ装置特性検出方法において、前記対象物までの距離と該対象物からの反射信号のレベルとを、対応づけて複数記憶し、この複数のデータの分布状態の変化から、前記レーダ装置の特性を検出することを特徴とするレーダ装置特性検出方法。

【請求項2】 前記複数のデータの分布状態と基準となるデータの分布状態とを比較して、前記レーダ装置の特性の変化を検出することを特徴とする前記請求項1に記載のレーダ装置特性検出方法。

【請求項3】 レーダ装置により得られた対象物のデータに基づいて、前記レーダ装置の特性を検出するレーダ装置特性検出装置において、前記対象物までの距離と該対象物からの反射信号のレベルとを、対応づけて複数記憶する記憶手段と、この複数のデータの分布状態の変化から、前記レーダ装置の特性を検出する検出手段と、を備えたことを特徴とするレーダ装置特性検出装置。

【請求項4】 前記複数のデータの分布状態と基準となるデータの分布状態とを比較して、前記レーダ装置の特性の変化を検出することを特徴とする前記請求項3に記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項5】 前記各分布状態を比較する場合に、各分布状態を示す特性曲線を用いて比較することを特徴とする前記請求項4に記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項6】 前記特性曲線を、1次式にて近似することを特徴とする前記請求項5に記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項7】 前記1次式の切片同士を比較することを特徴とする前記請求項6に記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項8】 前記レーダ装置が車両搭載用であることを特徴とする前記請求項3～7のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項9】 前記レーダ装置の特性の変化が、レーダ装置自身に起因する特性の変化か、又は外界の状態に起因する特性の変化かを、レーダ装置を搭載する車両の信号に基づいて判定することを特徴とする前記請求項8に記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項10】 前記対象物が移動物であることを特徴とする前記請求項3～9のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項11】 前記レーダ装置の特性変化を検出した場合には、前記対象物を認識するための検出しきい値を変更することを特徴とする前記請求項3～10のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項12】 前記センサの特性変化を検出した場合には、制御対象の制御モードを変更することを特徴とす

る前記請求項3～11のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項13】 前記レーダ装置の特性の検出の際に、レーダ装置の光軸補正に用いる対象物のデータを利用することを特徴とする前記請求項3～12のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置。

【請求項14】 前記請求項3～13のいずれかに記載のレーダ装置状態検出装置による処理を実行させる手段を記憶していることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばFMCWレーダ装置等のレーダ装置の特性を検出することができるレーダ装置特性検出方法及びレーダ装置特性検出装置並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、レーダ装置としては、例えばFMCWレーダ装置などの各種の装置が使用されているが、そのレーダ装置のセンサ（即ち電波を発信しその反射波を受信する機構）の特性が劣化して、所望の認識結果が得られないことは、そのセンサの出力に基づいて各種の制御等を行う場合には問題である。

【0003】特に、レーダ装置を車両等の安全用途などの制御に用いた場合は、所望の認識結果が得られないと、車両の制御に関する性能が低下してしまう。この対策として、基準となる対象物（基準反射物）を用いてセンサの特性劣化を検出するという方法がある。この方法とは、基準反射物からの反射波の反射強度（受信強度）を測定し、受信強度を一定値又は初期値等と比較することにより、センサの特性劣化を検出する方法である。よって、この検出方法を実施するレーダ装置では、基準反射物をレーダ本体に内蔵している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、自動車用レーダ等の一般用レーダの場合には、大きさ等の関係から、上述した基準反射物をレーダ本体に内蔵することは困難であり、また、製品がユーザの手に渡った後では、基準反射物を使った測定を定期的に行うことは一般的ではなく、その改善が求められていた。

【0005】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、基準反射物を内蔵することなく、レーダ装置のセンサの劣化等の特性の状態を検出することができるレーダ装置特性検出方法及びレーダ装置特性検出装置並びに記録媒体を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】（1）上記問題を解決するためになされた請求項1の発明は、レーダ装置により得られた対象物のデータに基づいて、前記レーダ装置の特性を検出するレーダ装置特性検出方法において、前記対象物までの距離と該対象物からの反射信号のレベルと

を、対応づけて複数記憶し、この複数のデータの分布状態の変化から、前記レーダ装置の特性を検出することを特徴とするレーダ装置特性検出方法を要旨とする。

【0007】本発明では、対象物までの距離と対象物からの反射信号のレベル（受信強度）とを、対応づけて複数記憶している。従って、この複数のデータの分布状態を、例えばレーダ装置が正常な場合の基準となる分布状態と比較することにより、例えば特性が変化したか又は故障が発生したか等のレーダ装置の状態を検出することができる。

【0008】具体的には、例えば以下の手順でレーダ装置の状態を検出することができる。一般的に、レーダ装置では、同一対象物である場合には、対象物の位置が近ければ近いほど受信強度（受信レベル）が強いということができる。しかし、レーダ装置内でのフィルタ等の特性により、必ずしもそうならない場合がある。そこで、図1に例示する様に、リフレクタ等の基準反射器を利用して収集したデータと、フィルタ値の値を考慮して決めた理論値とによって、分布状態を示す「基準特性の特性曲線（同図の実線）」を求めておく。

【0009】尚、図1では、Y軸に受信レベルをとり、X軸に検知距離をとっている。また、簡易的に、この基準特性を、例えば最小2乗法で求めた1次式（ $Y = A * X + B$ ）で近似することができる。そして、実際の複数のデータの分布状態に関しても、同様に特性曲線を求め、この測定によって得られた特性曲線と基準特性を示す特性曲線とを比較することにより、例えば基準特性の特性曲線をレベル方向に上下することにより、分布状態の変化が分かるので、レーダ装置の状態（基準となる状態からどの程度変化したか等）を検出することができる。

【0010】（2）請求項2の発明は、前記複数のデータの分布状態と基準となるデータの分布状態とを比較して、前記レーダ装置の特性の変化を検出することを特徴とする前記請求項1に記載のレーダ装置特性検出方法を要旨とする。

【0011】ここでは、レーダ装置の特性の変化を、測定したデータの分布状態（例えばその分布を示す特性曲線や1次式）と基準となるデータの分布状態（例えば基準特性の特性曲線や1次式）とを比較して検出するので、特性の例えば異常を示す変化を確実に検出できる。

【0012】（3）請求項3の発明は、レーダ装置により得られた対象物のデータに基づいて、前記レーダ装置の特性を検出するレーダ装置特性検出装置において、前記対象物までの距離と該対象物からの反射信号のレベルとを、対応づけて複数記憶する記憶手段と、この複数のデータの分布状態の変化から、前記レーダ装置の特性を検出する検出手段と、を備えたことを特徴とするレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0013】前記請求項1と同様に、本発明では、対象

物までの距離と対象物からの反射信号のレベルとを、対応づけて複数記憶している。従って、この複数のデータの分布状態を、例えばレーダ装置が正常な場合の基準となる分布状態と比較することにより、レーダ装置の状態、例えば特性が変化したか又は故障が発生したか等の状態を検出することができる。

【0014】尚、記憶手段としては、RAMやバックアップRAM（EEPROM等）などが挙げられ、検出手段としては、マイクロコンピュータのCPUが挙げられる。

（4）請求項4の発明は、前記複数のデータの分布状態と基準となるデータの分布状態とを比較して、前記レーダ装置の特性の変化を検出することを特徴とする前記請求項3に記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0015】前記請求項2と同様に、ここでは、レーダ装置の特性の変化を、測定したデータの分布状態と基準となるデータの分布状態とを比較して検出するので、特性の（例えば異常を示す）変化を確実に検出できる。

（5）請求項5の発明は、前記各分布状態を比較する場合に、各分布状態を示す特性曲線を用いて比較すること

を特徴とする前記請求項4に記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0016】図1に例示する様に、データの分布状態を示す方法として、周知の特性曲線（同図の実線）で示す方法がある（この特性曲線を、例えば多項式近似により求めてもよいし、複数の直線を組み合わせた近似により求めてもよい）。つまり、データの分布状態を特性曲線で示すことができるのであるから、各データの分布状態を示す特性曲線同士を比較することにより、分布状態の変化、従って、レーダ装置の特性の変化を検出することができる。

【0017】例えば特性曲線同士が（例えば受信レベルの座標軸に沿って）どの程度ずれているかにより、特性の変化を検出することができる。

（6）請求項6の発明は、前記特性曲線を、1次式にて近似することを特徴とする前記請求項5に記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0018】上述した特性曲線は、データの分布状態を正確に表すが、その計算が面倒である。そこで、本発明では、図1に例示する様に、特性曲線に変えて例えば最小2乗法で求めた1次式（ $Y = A * X + B$ ）の直線（同図の破線）を用いる。この1次式を用いれば、分布状態をかなりよく表すことができるとともに、計算が簡単であるという利点がある。

【0019】（7）請求項7の発明は、前記1次式の切片同士を比較することを特徴とする前記請求項6に記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。図2に例示する様に、各分布状態を示す1次式同士が、Y軸に沿って上下方向にどれくらいずれたかにより、特性の変化を検出することができる。

10

20

30

40

50

【0020】例えば1次式が $Y=A \cdot X+B$ から $Y=A \cdot X+B'$ に変化した場合には、Y切片のずれ量（オフセット $=B-B'$ ）だけ、レーダ装置の特性が変化したとみなすことができる。また、例えばY軸に受信レベルをとりX軸に検知距離をとった場合に、対象物が遠方にあるときには、X切片はかなり大きくなって、求めることが困難になることがある。これに対して、Y切片の場合には、検知距離による影響は大きくでないの、Y切片を使用すると1次式の上下方向のずれ（従って受信レベルの変動）を容易に検出することができる。

【0021】（8）請求項8の発明は、前記レーダ装置が車両搭載用であることを特徴とする前記請求項3～7のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。本発明は、レーダ装置を搭載する装置を例示したものである。このレーダ装置を車両に搭載することにより、レーダ装置から得られた情報に基づいて、各種の制御を行うことができる。

【0022】（9）請求項9の発明は、前記レーダ装置の特性の変化が、レーダ装置自身に起因する特性の変化か、又は外界の状態に起因する特性の変化かを、レーダ装置を搭載する車両の信号に基づいて判定することを特徴とする前記請求項8に記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0023】レーダ装置の特性が変化する場合として、レーダ装置のセンサ等が故障した場合、センサ等に泥等が付着して性能が劣化した場合、センサ等の装置は正常であるが霧や雪等の天候などの外界の影響により性能が劣化した場合が考えられる。従って、この性能が劣化する原因を、車両の各種のセンサやスイッチなどの信号に基づいて判断することにより、特性の変化の原因を正確に認識することができる。

【0024】（10）請求項10の発明は、前記対象物が移動物であることを特徴とする前記請求項3～9のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。本発明では、レーダ装置により検出される対象物を限定している。つまり、対象物が移動物（例えば車両）である場合には、同一物体を比較的長時間連続して認識可能であるので、外乱の影響を受けにくい好適な分布状態が得られるという利点がある。

【0025】ここで、車両用レーダの場合には、対象物は車両、路側物の場合がほとんどであり、相対速度を見ることにより、車両と路側物とは分離可能であるため、車両と路側物とを区別してレーダ波の受信強度（受信レベル）を比較することができる。

【0026】尚、車両のみを考えた場合でも、トラックから軽自動車まで様々な種類の車両が存在し、同距離であっても受信レベルが異なりバラツキを生じるが、一定時間、対象物のデータを収集することで、おおまかな分布傾向を知ることができる。

（11）請求項11の発明は、前記レーダ装置の特性変

化を検出した場合には、前記対象物を認識するための検出しきい値を変更することを特徴とする前記請求項3～10のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0027】本発明は、特性が変化した場合の対処方法を示している。ここでは、特性が変化した場合には、センサ等の検出しきい値を変更している。例えばレーダ装置の特性が劣化した場合には、例えばセンサの検出しきい値を下げることにより、通常ではデータが得られないような状態でもデータを蓄積することができ、周囲の状況の把握の精度を上げることができる。

【0028】（12）請求項12の発明は、前記センサの特性変化を検出した場合には、制御対象の制御モードを変更することを特徴とする前記請求項3～11のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0029】本発明は、特性が変化した場合の対処方法を示している。ここでは、特性が変化した場合には、例えば車両の制御モードを変更している。例えば特性が劣化した場合には、例えば追従制御時の車間距離を長くしたり、制動力を高めることなどにより、いっそう安全な走行を可能とすることができる。

【0030】（13）請求項13の発明は、前記レーダ装置の特性の検出の際に、レーダ装置の光軸補正に用いる対象物のデータを利用することを特徴とする前記請求項3～12のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置を要旨とする。

【0031】レーダ装置の場合には、発信器等が適正な方向を向いているかどうかを確認するために、即ちいわゆる光軸補正を行うために、通常（検知距離や受信レベル等の）多くのデータを蓄積している。従って、この光軸補正用のデータを用いて、レーダ装置の特性の変化を検出すれば、メモリ等を節約できるという利点がある。

【0032】（14）請求項14の発明は、前記請求項3～13のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置による処理を実行させる手段を記憶していることを特徴とする記録媒体を要旨とする。本発明は、請求項3～13のいずれかに記載のレーダ装置特性検出装置による制御を実行させる手段を記憶している記録媒体である。

【0033】例えば記録媒体としては、マイクロコンピュータとして構成される電子制御装置、マイクロチップ、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク等の各種の記録媒体が挙げられる。つまり、上述したレーダ装置特性検出装置の制御を実行させることができる例えばプログラム等の手段を記憶したものであれば、特に限定はない。

【0034】

【発明の実施の形態】以下に、本発明のレーダ装置特性検出方法及びレーダ装置特性検出装置並びに記録媒体の実施の形態の例（実施例）を図面と共に説明する。

（実施例1）

a) 図3は、本発明が適用された実施例1の車両用のFMCWレーダ装置（以下単にレーダ装置と記す）の全体構成を表すブロック図である。

【0035】図3に示すように、本実施例のレーダ装置1は、変調信号Smに応じて所定の周波数に変調されたレーダ波を送信する送信器3と、送信器3から放射され、対象物に反射されたレーダ波を受信する受信器5とからなる送受信部（センサ）7を備えている。また、送信器3に変調信号Smを供給すると共に、受信器5から出力される中間周波のビート信号Bに基づき、対象物との距離や受信レベルを測定し、且つレーダ装置1の特性変化を検出する信号処理部11を備えている。

【0036】本実施例では、当該レーダ装置1により自動車前方の対象物を検出するために、送受信部7が自動車の前面に取り付けられ、信号処理部11が、車室内又は車室近傍の所定位置に取り付けられている。ここで、送信器3は、送信信号として、ミリ波帯の高周波信号を生成する電圧制御発振器（VCO）3cと、変調信号Smを電圧制御発振器3cの調整レベルに変換して電圧制御発振器3cに供給する変調器（MOD）3dと、電圧制御発振器3cからの送信信号からローカル信号を生成する電力分配器（COUP）3bと、送信信号に応じてレーダ波を放射する送信アンテナ3aとにより構成されている。

【0037】また、受信器5は、レーダ波を受信する受信アンテナ5aと、受信アンテナ5aからの受信信号に電力分配器3dからのローカル信号を混合するミキサ5bと、ミキサ5bの出力を増幅する前置増幅器5cと、前置増幅器5cの出力から不要な高周波成分を除去し、送信信号及び受信信号の周波数の差成分であるビート信号Bを抽出するローパスフィルタ5dと、ビート信号Bを必要な信号レベルに増幅する後置増幅器5eとにより構成されている。

【0038】一方、信号処理部11は、起動信号Cにより起動され、三角波状の変調信号Smを発生する三角波発生器13と、受信器5からのビート信号BをデジタルデータDに変換するA/D変換器15と、CPU17a、ROM17b、RAM17cを中心に構成されたマイクロコンピュータ17と、マイクロコンピュータ17の指令に基づき高速フーリエ変換（FFT）の演算を実行する演算処理装置19とにより構成されている。

【0039】このマイクロコンピュータ17では、後述するように、A/D変換器15を介して得られるデジタルデータDに基づき、対象物との距離（検知距離）、相対速度、及び方位の検出に加え、移動物の判定、及びレーダ装置1の特性の変化の検出等を行う。

【0040】なお、A/D変換器15は、起動信号Cにより動作を開始すると、所定時間間隔毎にビート信号BをA/D変換して、RAM17cの所定領域に書き込むと共に、所定回数のA/D変換を終了すると、RAM1

7c上に設定された終了フラグ（図示せず）をセットして、動作を停止するように構成されている。

【0041】そして、起動信号Cにより、三角波発生器13が起動され、変調器3dを介して電圧制御発振器3cに変調信号Smが入力されると、電圧制御発振器3cは、変調信号Smの三角波状の波形の上り勾配に応じて所定の割合で周波数が増大（この区間を上昇部と呼ぶ）し、それに引き続く下り勾配に応じて周波数が減少（この区間を下降部と呼ぶ）するように変調された送信信号を出力する。

【0042】この送信信号に応じたレーダ波が送信器3から送出され、対象物に反射したレーダ波が、受信器5にて受信される。そして、受信器5では、受信アンテナ5aから出力される受信信号と、送信器3からの送信信号とが混合されることにより、ビート信号Bが生成される。なお、受信信号は、レーダ波が対象物まで間を往復する時間だけ送信信号に対して遅延し、且つ、対象物との間に相対速度がある場合には、これに応じてドップラシフトを受ける。このため、ビート信号Bは、この遅延成分frとドップラ成分fdとを含んだものとなる。

【0043】そして、A/D変換器15によりビート信号BをA/D変換してなるデジタルデータDは、RAM17c上のデータブロックに順次格納される。このようにしてデータブロックに格納されたデータ（例えば対象物の受信レベルや検知距離）は、マイクロコンピュータ17及び演算処理装置19にて処理され、対象物の検出やレーダ装置1の特性変化の検出等のために使用される。

【0044】b) 次に、本実施例にて行うレーダ装置1の特性変化を検出する原理及び基本的な手法について説明する。

①まず、実際の（特性変化の検出のための）データの収集に先立って、予めセンサ基準特性を作成しておく。

【0045】具体的には、レーダ装置1を用いて、同一の対象物（ある車両のリフレクタ）に対してレーダ波を発信してその反射波を受信する。そして、その検知距離（対象物との距離）を変えて、検知距離及び受信レベルを関連させた複数のデータを取得する。

【0046】このデータをプロットすると、例えば前記図1に示すようになる。従って、このデータとフィルタ値を考慮することにより、実線で示すセンサ基準特性（基準特性の特性曲線）が得られる。尚、この特性曲線を求める手法は周知の方法であり、例えば多項式近似により求めてもよいし、複数の直線を組み合わせた近似により求めてもよい。

【0047】ただし、本実施例では、計算が複雑な基準特性の特性曲線ではなく、最小2乗法により、各データの分布状態の特性を1次式にて表現する。具体的には、分布状態の特性を、Y軸に受信レベル（dB）をとりX軸に検知距離（m）をとった1次式（ $Y = A * X + B$ ）

10

20

30

40

50

で近似して表現する。以下、この1次式を、基準となる近似1次式(基準1次式)という。

【0048】②そして、実際にレーダ装置1の特性変化を検出する場合には、例えば移動物である先行車に関して、レーダ装置1によってその検知距離及び受信レベルを測定し、複数のデータを蓄積する。

③次に、測定したデータに関して、前記と同様にして近似1次式(以下、これを測定1次式という)を求め、この測定1次式と前記基準1次式とを比較する。

【0049】例えば前記図2に示す様に、基準となるデータ(白丸で示す)の基準1次式と測定1次式とがずれている場合、即ちそれぞれの式の切片Bと切片B'とがずれている場合には、その切片のオフセット分(B-B')に対応した分だけ、センサの特性が変化したと判定する。尚、以下では、Y切片B、B'を総称して係数Bとも記す。

【0050】例えば、後に詳述する様に、センサの状態や外界の状態によって、具体的には、センサの高温時、雨天時、(泥等の)前面付着時、センサ故障時等により、測定1次式の係数Bは、図4に示す様に変化するので、この変化の状態を把握することにより、センサの特性の変化を検出することができる。

【0051】尚、図4の縦軸はY切片(係数B)を示し、B-1a、B-1b、B-1c、B-1dは、各変化の状態の判定レベルを示している。

c)次に、前記手法に基づいてマイクロコンピュータ17にて実行される処理を、フローチャート等を参照して説明する。

【0052】図5に示すように、まず、ステップ100にて、起動処理を行って、ビート信号を読み込む。つまり、本処理が起動されると、まず、起動信号Cを出力して三角波発生器13を起動するとともに、起動信号Cを出力してA/D変換器15を起動する。

【0053】それによって、三角波発生器13からの変調信号Smを受けた送信器3により、周波数変調されたレーダ波を送信する。それと共に、対象物により反射したレーダ波を受信することにより、受信器5からビート信号Bを出力する。そして、ビート信号BをA/D変換器15にてデジタルデータDに変換し、そのIF信号(C)をサンプリングして、RAM17cに書き込む。この処理を所定周期毎に繰り返して、対象物のデータを蓄積する。

【0054】続くステップ110にて、周波数解析を行う。ここでは、RAM17c上のデータブロックのいずれか一つを順次選択し、そのデータブロックのデータを演算処理装置19に入力して、周知のFFTの演算を行う。なお、演算処理装置19に入力されるデータは、FFTの演算により表れるサイドローブを抑制するために、ハニング窓や三角窓等を用いた周知のウィンドウ処理が施される。そして、この演算結果として、各周波数

毎の複素ベクトルが得られる。

【0055】続くステップ120では、ピークサーチを行う。つまり、前記FFT処理されたビート信号のスペクトルから、対象物の反射波であると思われるスペクトルピークを抽出する。なお、三角波の上昇部及び下降部で同様な処理を行う。

【0056】具体的には、複素ベクトルの絶対値、即ちその複素ベクトルが示す周波数成分の振幅に基づき、周波数スペクトル上でピークとなる全ての周波数成分(以下ピーク周波数成分と呼ぶ)を検出して、その周波数をピーク周波数として特定する。なお、ピークの検出方法としては、例えば、周波数に対する振幅の変化量を順次求め、その前後にて変化量の符号が反転する周波数にピークがあるものとして、その周波数を特定すればよい。

【0057】続くステップ130では、ペアマッチ(ペアリング)処理を行う。このペアマッチ処理とは、三角波の上昇部、下降部のピーク周波数の正しい組み合わせを求める処理である。具体的には、ピーク周波数成分の振幅、即ちパワーを夫々比較することにより、上昇部と下降部とで同じパワーを有するものを、同一対象物からの反射波に基づくピーク周波数成分のペアとして特定するペアマッチ処理を実行する。尚、このペアマッチ処理は、例えば特願平8-179227号の図7及びその説明等々に示す処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0058】続くステップ140では、対象物の情報を演算する処理を行う。つまり、前記ステップ130にてペアマッチされたピーク周波数を用いて、対象物との距離及び相対速度を算出する処理を実行する。そして、そのペアマッチされた組み合わせのピーク周波数のレベル平均を、受信レベルとして同時に保存する。なお、レベル平均ではなく、上り、下りのどちらかでもよいが、平均した方が安定する。

【0059】ここで、前記距離・相対速度を求める処理は、例えば特願平8-179227号の図5及びその説明等々に示す処理と同様であるので、その説明は省略する。続くステップ150では、外部情報を読み込む処理を行う。つまり、車両の状態や外界の状態を認識するために、例えばワイパーが操作されていることを示すワイパーON信号や、送受信部7の温度状態を示すセンサ温度信号を読み込む。

【0060】続くステップ160では、移動物情報を蓄積(ストア)する処理を行う。具体的には、前記ステップ140にて求めた対象物の相対速度から、移動物(車両)か停止物(路側物)かを区別する。例えば、自車と同じ速度で近づいてくる対象物を停止物と判断し、それ以外の対象物を移動物と判断する。そして、移動物の情報として、移動物との距離(検知距離)とその受信レベルをストアする。

【0061】続くステップ170では、分布指標値とし

て係数Bを演算する。本実施例では、センサの特性を1次式で近似しているので、移動物の受信レベルと検知距離の複数のデータを用い、最小2乗法によって、データの分布状態を示す（従って測定時のセンサの特性を示す）1次式を求め、そのY切片B'を分布指標値とするのである。

【0062】つまり、過去の一定時間における移動物情報の分布指標値として、データの分布状態を示す1次式のY切片B'である係数Bを演算する。続くステップ180では、後に図6等にて詳述する様にして、要因判定

を行う。つまり、分布指標値と各種センサ信号との組み合わせにより、どんな要因によりセンサの特性が変化しているかを判定する処理を行う。

【0063】続くステップ190では、前記ステップ180にて判定した結果を出力する。例えばセンサの故障や、センサの前面に異物が付着していると判定された場合には、ダイアグ出力を行う。また、悪天候による性能の劣化であると判定された場合には、悪天候を示す悪天候フラグをセットする。

*

*【0064】d) 次に、前記ステップ180にて実施される要因判定処理について、図6のフローチャート等に基づいて説明する。図6のステップ200にて、前記図4に示す様に、最小の第1判定レベルB-1aを用い、前記ステップ170にて求めた分布指標値の係数Bが、第1判定レベルB-1aを下回るか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ250に進み、一方否定判断されるとステップ210に進む。

【0065】尚、判定レベルの大きさは、第1判定レベルB-1a<第2判定レベルB-1b<第3判定レベルB-1c<第4判定レベルB-1dである。ステップ250では、係数Bが第1判定レベルB-1aを下回る非常に小さな値であると判断されたので、下記【表1】に示す要因判定マップに示すレベルAの状態であると判断する。

【0066】尚、この表1は、ワイパーの作動状態とセンサの温度状態とから、センサの特性の変化の要因を判定するための要因判定マップである。

【0067】

【表1】

	ワイパー-OFF 温度正常	ワイパー-ON 温度正常	ワイパー-OFF 温度異常	ワイパー-ON 温度異常
レベルA	センサ故障	センサ故障	センサ故障	センサ故障
レベルB	前面付着	前面付着	温度異常	温度異常
レベルC	前回判定保持	悪天候	悪天候	悪天候
レベルD	前回判定保持	悪天候	温度異常	温度異常

【0068】そして、レベルAの状態では、ワイパーのON・OFFの状態、センサの温度の状態にかかわらず、センサ故障が発生したと判断し、その旨を示すフラグをセットし、一旦本処理を終了する。尚、ワイパーのON・OFFは、ワイパーフラグのセット「1」・リセット「0」により判断する。

【0069】つまり、図7に示す様に、センサの温度が正常の範囲内で、ワイパーフラグが「0」である場合に、一定時間係数Bが「0」に近い値をとった時には、過去の多くの実験結果から、センサ故障である可能性が高いので、センサ故障であると判断するのである（表1のレベルAの斜線の範囲）。

【0070】尚、レベルAであっても、その他の条件の場合には、必ずしもセンサ故障と見なせないかもしれないが、安全を見込んで、ここではセンサ故障と判断する。一方、ステップ210では、前記図4に示す様に、次に大きな第2判定レベルB-1bを用い、係数Bが第2

判定レベルB-1bを下回るか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ260に進み、一方否定判断されるとステップ220に進む。

【0071】ステップ260では、係数Bが第2判定レベルB-1bを下回ると判断されたので、前記【表1】に示すレベルBの状態であると判断する。そして、レベルBの状態では、図8に示す様に、センサの温度が正常の範囲内で、ワイパーフラグが「0」である場合に、一定時間係数Bが所定の小さな値をとった時には、過去の実験結果から、センサの前面に泥等の異物が付着した可能性が高いので、前面付着であると判断するのである（表1のレベルBの斜線の範囲）。

【0072】尚、本実施例では、ワイパーフラグが「1」で温度が正常である場合にも、温度による要因ではないとみなして、同様に前面付着とみなす。また、ワイパーフラグが「0」で温度異常がある場合には、温度による要因の可能性が高いとして、温度異常と見なす。

更に、ワイパーフラグが「1」で温度異常がある場合には、悪天候による要因の可能性が高いとして、悪天候であるとみなす。尚、これらの判定条件は、過去の多くの実験結果を分析した確率を加味して判断している。

【0073】一方、ステップ220では、前記図4に示す様に、次に大きな第3判定レベルB-1cを用い、係数Bが第3判定レベルB-1cを下回るか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ270に進み、一方否定判断されるとステップ230に進む。

【0074】ステップ270では、係数Bが第3判定レベルB-1cを下回ると判断されたので、前記[表1]に示すレベルCの状態であると判断する。そして、レベルCの状態では、図9に示す様に、センサの温度が正常の範囲内で、ワイパーフラグが「1」である場合に、一定時間係数Bが所定のやや大きな値をとった時には、雨天によるワイパーの作動であるとして、雨天時（悪天候）と判断するのである（表1のレベルCの斜線の範囲）。

【0075】この様な悪天候に起因するセンサの特性の劣化の場合には、センサ自身には異常はないので、悪天候の場合には、センサ自身は正常であると見なす。尚、本実施例では、ワイパーフラグが「1」で温度が正常である場合には、要因を特定することが困難であるので、前回の判定値を保持する。また、ワイパーフラグが

「0」で温度異常がある場合には、温度に要因が大であるとして、温度異常と見なす。更に、ワイパーフラグが「1」で温度異常がある場合には、悪天候の要因が大であるとして、悪天候であるとみなす。尚、これらの判定条件は、過去の多くの実験結果を分析した確率を加味して判断している。

【0076】一方、ステップ230では、前記図4に示す様に、最大の第4判定レベルB-1dを用い、係数Bが第4判定レベルB-1dを下回るか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ280に進み、一方否定判断されるとステップ240に進む。

【0077】ステップ280では、係数Bが第4判定レベルB-1dを下回ると判断されたので、前記[表1]に示すレベルDの状態であると判断する。そして、レベルDの状態では、図10に示す様に、センサの温度が正常の範囲を外れ、ワイパーフラグが「0」である場合に、一定時間係数Bが所定の大きな値をとった時には、センサの温度異常であると判断するのである（表1のレベルDの斜線の範囲）。

【0078】このような温度異常に起因するセンサの特性の劣化の場合には、外界の温度の状態が原因であってセンサ自身には異常はないので、温度異常の場合には、センサ自身は正常であると見なす。従って、センサの温度上昇が見られた場合には、温度補償を行うことにより、通常と同様に対象物の測定を行うことができる。例えば温度上昇に伴って、係数Bが低下するので、温度上

昇が発生した場合には、測定したデータの受信レベルに所定の値を加算したものを受信レベルとして、通常と同様に対象物の測定を行うことができる。

【0079】尚、本実施例では、ワイパーフラグが「1」で温度が正常である場合には、要因を特定することが困難であるので、前回の判定値を保持する。また、ワイパーフラグが「0」で温度異常がある場合には、悪天候による要因が大であるとして、悪天候と見なす。更に、ワイパーフラグが「0」で温度異常がある場合には、温度異常の要因が大であるとして、温度異常であるとみなす。尚、これらの判定条件は、過去の多くの実験結果を分析した確率を加味して判断している。

【0080】一方、ステップ240では、係数Bの値の変動が少なく正常の範囲であるので、センサ正常であることを示すフラグをセットし、一旦本処理を終了する。e) この様に、本実施例では、上述した構成により下記の効果を奏する。

・本実施例では、対象物までの距離（検知距離）と受信レベルとを、対応づけて複数記憶しこの複数のデータの分布状態を1次式で近似して、この1次式のY切片の変化から、送受信部（センサ）7の故障を含むセンサ7の特性の変化を検出している。

【0081】従って、従来の様に基準反射物を内蔵することなく、レーダ装置1のセンサ7の劣化等の特性の変化を検出することができるので、レーダ装置1をコンパクトにできる。よって、車両等に搭載されるレーダ装置1として好適なものである。

・また、本実施例では、分布状態を1次式で表しているので、その演算が容易である。

30 【0082】・更に、本実施例では、ワイパー信号やセンサ7の温度信号などに用い、前記表1の要因判定マップ等に基づいて、センサ7の特性が変化した要因を判定しているので、センサ7の特性の変化の要因を細かく認識することができる。

・その上、本実施例では、対象物として移動物を選択し、その移動物（車両）のデータに基づいて、センサ7の特性の変化を判定している。

40 【0083】つまり、同一物体を比較的長時間連続して認識可能であるので、外乱の影響を受けにくい好適な分布状態が得られるという利点がある。尚、この方法以外に、停止物の情報を加味して（又はその情報のみで）、センサ7の特性の変化を判定することも可能である。

（実施例2）次に、実施例2について説明するが、前記実施例1と同様な箇所の説明は省略する。

【0084】本実施例では、前記実施例1の図5及び図6等に処理により、レーダ装置の特性変化を検出した場合には、前記対象物を認識するための検出しきい値を変更する。具体的には、図11のフローチャートに示す様に、ステップ300にて、現在レベルAの状態であるか否かを判定する。ここで肯定判断されると、センサ故障

であり、検出しきい値を変更しても改善は見られないので、そのまま本処理を終了する。一方否定判断されるとステップ310に進む。

【0085】ステップ310では、現在レベルBの状態であるか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ340に進み、一方否定判断されるとステップ320に進む。ステップ340では、レベルBに対応して予め設定された検出しきい値Bに設定し、一旦本処理を終了する。

【0086】つまり、レベルBとは、例えば前面付着等により、センサの受信レベルが大きく低下しているので、この場合には、検出しきい値をレベルBに合わせて大きく低下させることにより、対象物の測定が可能になる。一方ステップ320では、現在レベルCの状態であるか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ350に進み、一方否定判断されるとステップ330に進む。

【0087】ステップ350では、レベルCに対応して予め設定された検出しきい値Cに設定し、一旦本処理を終了する。つまり、レベルCとは、例えば雨天時等により、センサの受信レベルがやや低下しているので、この場合には、検出しきい値をレベルCに合わせてやや低下させることにより、対象物の測定が可能になる。

【0088】一方ステップ330では、現在レベルDの状態であるか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ360に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。ステップ360では、レベルDに対応して予め設定された検出しきい値Dに設定し、一旦本処理を終了する。

【0089】つまり、レベルDとは、例えばセンサ高温時等により、センサの受信レベルがわずかに低下しているので、この場合には、検出しきい値をレベルDに合わせてわずかに低下させることにより、対象物の測定が可能になる。この様に、本実施例では、センサの特性が変化した場合には、センサ等の検出しきい値を変更している。そのため、通常では対象物の測定ができないような場合でも、対象物のデータを蓄積することができ、周囲の状況の把握の精度を上げることができる。

(実施例3) 次に、実施例3について説明するが、前記実施例1と同様な箇所の説明は省略する。

【0090】本実施例では、前記実施例1の図5及び図6等に処理により、レーダ装置の特性変化を検出した場合には、車両の制御モードを変更する。具体的には、図12のフローチャートに示す様に、ステップ400にて、現在雨天(悪天候)時であるか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ410に進み、一方否定判断されると一旦本処理を終了する。

【0091】ステップ410では、悪天候時であるので、例えば追従制御を行っている場合には、車間距離を大きくする制御を行う。また、ブレーキアシストの制御

を行っている場合には、スリップを生じないように制動力を小さくして、短時間で停止できるようにする。更には、スリップが発生し易い状況であるとして、アンチスキッド制御に入るタイミングを早めるように、制御開始の条件(例えば制御開始の判定に用いるスリップ率を下げる)を変更してもよい。

【0092】この様に、本実施例では、センサの特性が変化した場合には、その状態に応じて車両の制御状態(制御モード)を変更しているのので、例えば車両の制御の安全性を一層高めることができる。

(実施例4) 次に、実施例4について説明するが、前記実施例1と同様な箇所の説明は省略する。

【0093】本実施例では、データの分布状態を示す1次式のY切片を用いるだけではなく、その傾きである係数Aを使用するものである。図13に示す様に、基準となるデータの分布状態を示す基準1次式($Y=A \cdot X+B$)に対して、実際に測定したデータの分布状態を示す測定1次式($Y=A'' \cdot X+B''$)を求めると、通常は、Y切片だけでなく傾きである係数Aも異なっている。

【0094】従って、傾きの許容範囲を設定し、測定1次式の傾きAがこの許容範囲から外れている場合には、何らかの要因の異常があるとして、センサの特性の変化の判定を中止する。これにより、異常がある場合には、上述した判定を行わないので、判定の精度が高まるという利点がある。

【0095】尚、本発明は上記実施例に何ら限定されることなく、本発明の技術的範囲を逸脱しない限り、種々の態様で実施できることはいうまでもない。

(1) 例えば前記実施例では、FMCWレーダ装置について述べたが、CWレーダ装置等の他のレーダ装置にも適用できる。

【0096】(2) また、このレーダ装置による制御を実行させる手段を記憶している記録媒体も、本発明の範囲である。例えば記録媒体としては、マイクロコンピュータとして構成される電子制御装置、マイクロチップ、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク等の各種の記録媒体が挙げられる。

【0097】つまり、上述したレーダ装置の制御を実行させることができる例えばプログラム等の手段を記憶したものであれば、特に限定はない。

(3) 更に、レーダ装置の特性の検出の際に、レーダ装置の光軸補正に用いる対象物のデータを利用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 センサの基準特性を示すグラフである。

【図2】 センサの特性変化を示すグラフである。

【図3】 実施例1のレーダ装置の全体構成を示すブロック図である。

【図4】 係数Bの変化と判定レベルとの関係を示す説

明図である。

【図5】 実施例1のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図6】 実施例1の要因判定処理を示すフローチャートである。

【図7】 センサ故障時の係数B等の変化を示す説明図である。

【図8】 前面付着時の係数B等の変化を示す説明図である。

【図9】 雨天時の係数B等の変化を示す説明図である。

【図10】 センサ高温時の係数B等の変化を示す説明図である。

【図11】 実施例2の検出しきい値変更処理を示すフローチャートである。

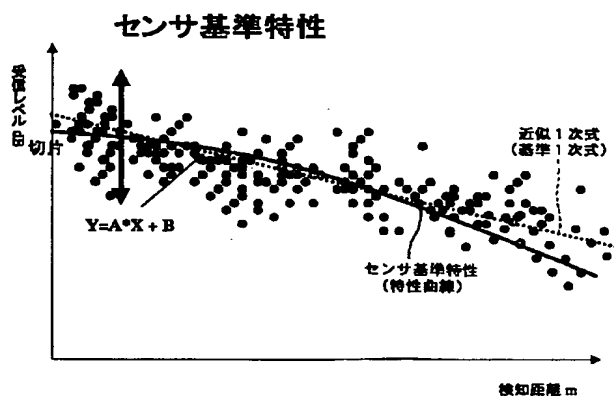
【図12】 実施例3の制御モード変更処理を示すフローチャートである。

【図13】 実施例4のセンサの特性変化を示すグラフである。

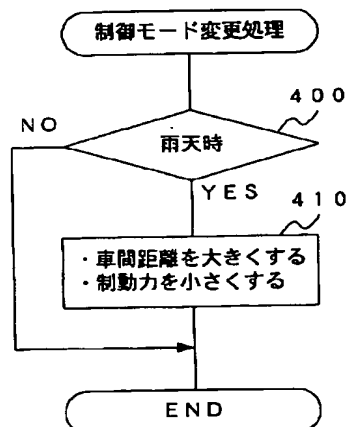
【符号の説明】

1…レーダ装置	7…送受信部（センサ）	3
…送信器		
3 d…変調器	3 c…電圧制御発振器	3
b…電力分配器		
3 a…送信アンテナ	5…受信器	5
a…受信アンテナ		
5 b…ミキサ	5 c…前置増幅器	5
d…ローパスフィルタ		
5 e…後置増幅器	11…信号処理部	1
3…三角波発生器		
15…A/D変換器	17…マイクロコンピュータ	1
7 a…CPU		
17 b…ROM	17 c…RAM	1
9…演算処理装置		

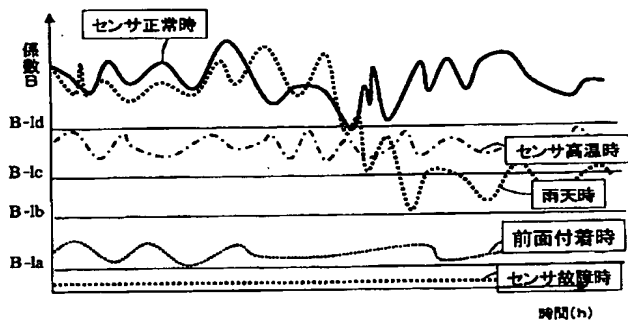
【図1】



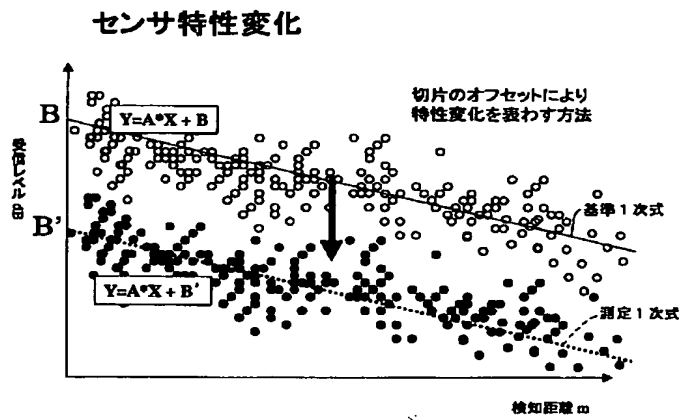
【図12】



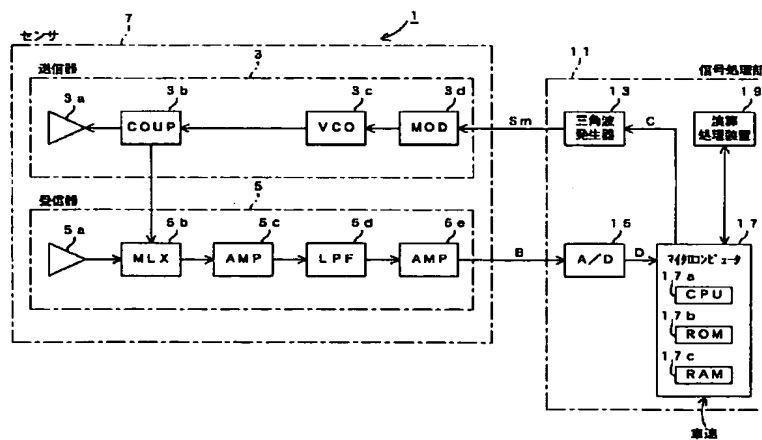
【図4】



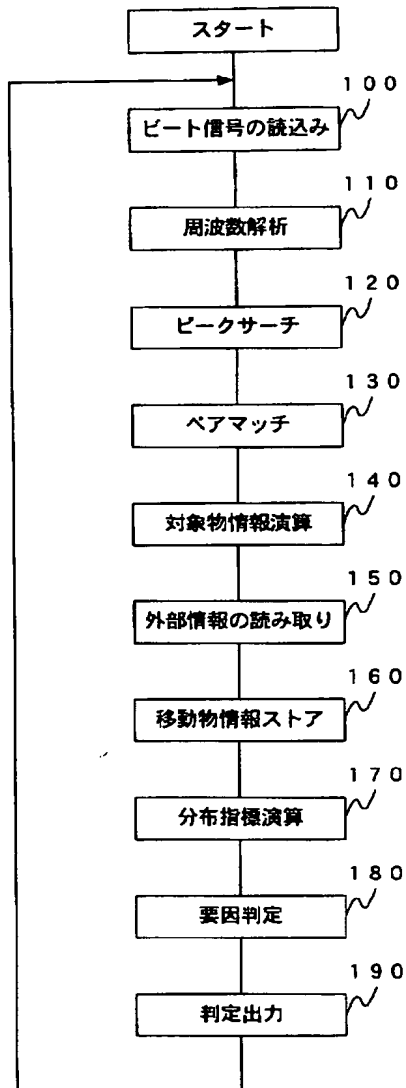
【図2】



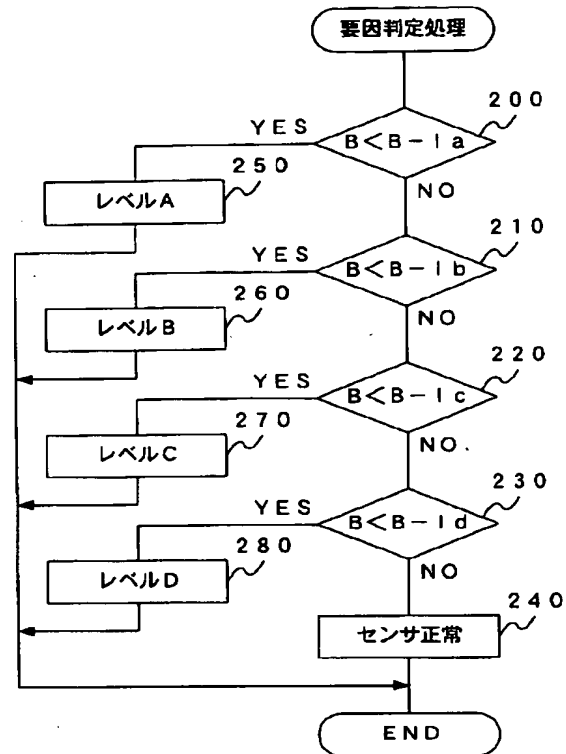
【図3】



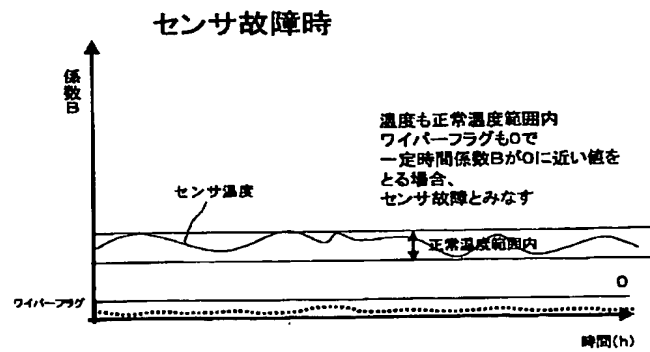
【図5】



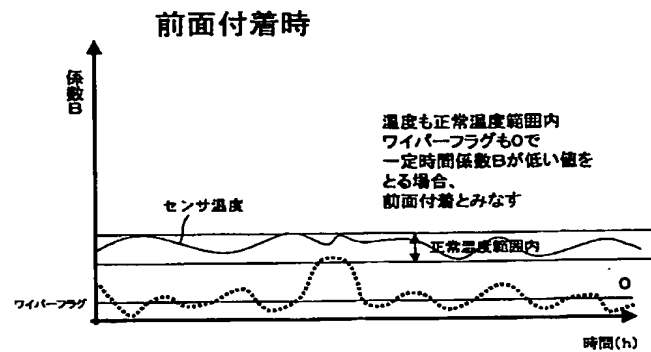
【図6】



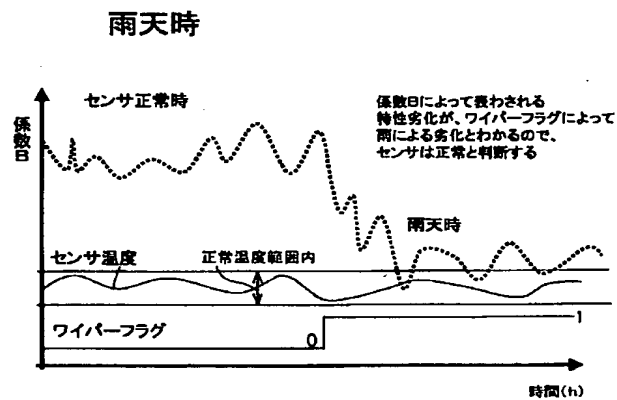
【図7】



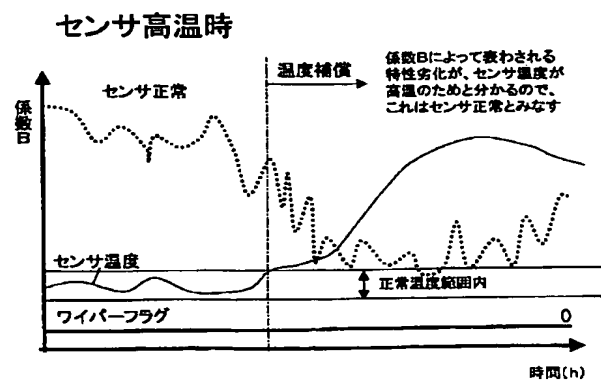
【図8】



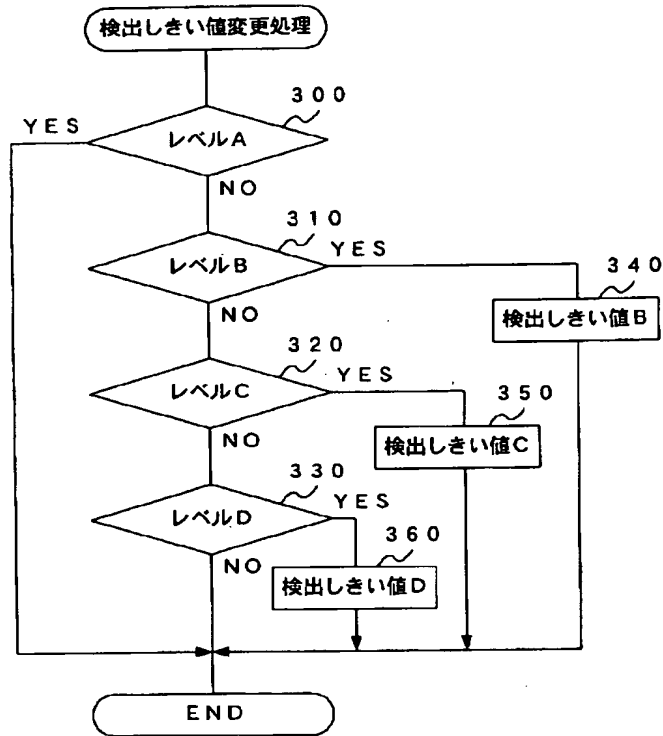
【図9】



【図10】



【図11】



【図13】

